

TESIS

LEIDA Y SOSTENIDA EN LA

UNIVERSIDAD DE LIMA

EL 29 DE ABRIL DE 1872

POR

ENRIQUE ELMORE.

FACULTAD DE MATEMATICAS Y CIENCIAS NATURALES.

LIMA.

IMP. DE "EL NACIONAL," POR ANTONIO V. OVALLE

1872.

TESIS

LEIDA Y SOSTENIDA EN LA

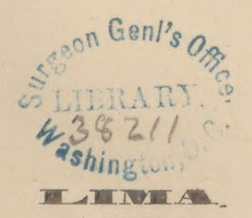
UNIVERSIDAD DE LIMA

EL 29 DE ABRIL DE 1872

POR

ENRIQUE ELMORE.

FACULTAD DE MATEMATICAS Y CIENCIAS NATURALES.



LIMA.

IMP. DE "EL NACIONAL," POR ANTONIO V. OVALLE

1872.

AL DOCTOR

Celso Bambaren,

DE LAS FACULTADES

DE LIMA Y DE PARIS,

PROFESOR DE ANATOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE LIMA,

&c, &c, &c.

Su discípulo reconocido,

Su amigo sincerísimo,

Enrique Elmore.

JURADO.

Dr. Juan Antonio Ribeyro, Rector de la Universidad.

Dr. Pedro A. del Solar, Decano de la Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales.

Dr. José Granda, Profesor de Matemáticas trascendentales.

Dr. Martin Dulanto, Profesor de Física y Astronomia.

Dr. José A. de los Rios, Profesor de Química.

Dr. José Félix Castro, Secretario de la Facultad de Ciencias, Profesor en la misma.

Dr. Ramon Ribeyro, Secretario de la Universidad.

Señor:

Aunque aparentemente distintos é independientes los tres reinos de la Naturaleza, su composicion, así como su accion química, vienen á establecer entre ellos un lazo que constituye un gran sistema de recíproca dependencia, una circulacion perpétua de sus elementos, cuyo punto de partida y de recepcion, es el reino mineral.

El animal se alimenta del vegetal.

El vegetal se alimenta del mineral.

El último existe siempre, y nunca dejará de existir: de modo que el vegetal jamas carecerá de alimento, y, por lo mismo, el vegetal existirá eternamente,—es decir, eternamente tendrá alimento el animal: la existencia de este, será pues, igualmente eterna.

A su turno, cada animal muere; pero no muere por desaparecer, sino por legar sus elementos al reino mineral, y para que, con ellos, pueda este engendrar otro vegetal, ó lo que es idéntico, un nuevo animal. En otros términos: la muerte del animal arrastra consigo la vida de otro animal; y la vida de este significa la existencia futura de otro su semejante, tan luego que haya dejado de vivir.

La VIDA, pues, y la MUERTE son la síntesis de la Creacion: la primera es la causa de la segunda, y esta el orígen de aquella: cada una es al mismo tiempo efecto y causa de la otra, sin que esta ley de mútua causalidad y recíproca dependencia pueda dejar de regir jamas. Es cierto que, como dijo el sabio, "*nada se pierde en el mundo*", y, por eso, la idea de *muerte* es esencialmente relativa, y solo implica

la cesacion de *un estado* para engendrar otro modo de estar:—y este es el único sentido en que puede admitirse la idea de *muerte*, mas nó en el de aniquilamiento y desaparicion absoluta.

La Naturaleza, caracterizada por su incesante actividad, es la obrera infatigable y previsora que elabora en sus vastísimos talleres, los seres mas variados, las formas mas caprichosas, valiéndose de procedimientos en su mayor parte incomprensibles, pero que, no hay duda, serán puestos algun dia en claro, grácias á la no ménos emprendedora tenacidad de la CIENCIA. Hasta hoy, puédese ya traslucir con certidumbre, que el fin último de todas las operaciones practicadas por la Naturaleza,—su aspiracion mas deseada,—es la *generacion* de nuevos individuos, la creacion de seres que ántes no existian.

No se puede, segun esto, admitir que la *conservacion del individuo* sea el objeto final de su própia existencia, puesto que cada individuo existe, solo porque murió otro anterior á él;—y si este nuevo ser así formado sigue existiendo, y crece, y se desarrolla, no es con otro fin que con el de *preparar* las materias que otro ser necesitará mas tarde para entrar en el ejercicio de la vida. Cada ser viviente es un laboratorio, es un aparato químico destinado á formar, á generar sustancias tales, que sean la base de una organizacion por venir:—y nada mas.

La consecuencia fatal es: que para que sea posible la generacion, objeto *único* de la Naturaleza, es indispensable la existencia y la conservacion de cada individuo:—y, como la conservacion de estos está invariablemente ligada al gran fenómeno de la *nutricion*, es esta la causa primordial de los fenómenos que nos rodean, de los seres que existen, y de la Naturaleza toda.

Así es que, cuanto mas perfecta sea la *Nutricion*, mas perfecto será cada ser, y mas perfecta su accion generatriz, que es la ley del Universo.

Conviene, pues, fijar la atencion en los fenómenos que presiden á la transformacion de los elementos *minerales* en principios *vegetales*, y el cambio de estos en elementos *animales*: doble metamórfosis queviene á reasumir la muy importante cuestion de la *Generacion*.

Tal es, señor, el objeto de esta *Tésis* que me permitireis leer ántes de que me honreis dándome un asiento entre vosotros.

I.

Hay en la accion vegetal un período que los botánicos conocen con el nombre de *germinacion*, funcion inicial de las plantas. Durante este período la semilla absorve oxígeno, lo combina con su propio carbono, y lo expele en seguida bajo la forma de ácido carbónico. En la misma época se desarrolla el principio llamado *diástasis*, que, haciendo las veces de fermento, transforma el almidon de la semilla en *dextrina*, para que, hecho aquel soluble, pueda circular por endósmosis en el interior de su tejido. El mismo ácido carbónico que se produce en la semilla, ayudando á la diástasis, ha de contribuir á la transformacion de la dextrina en azúcar (*glucosa*) determinando la fijacion de los elementos del agua:

$$\underset{\textit{fécula}}{C^{12}H^{10}O^{10}} + 2HO = \underset{\textit{azúcar}}{C^{12}H^{12}O^{12}}$$

Estos cambios, debidos á la accion del oxígeno, del agua y del calórico sobre la fécula, han dado orígen al primer líquido circulatorio y nutritivo de la planta, á su primera sangre, á su sávia inicial; y son ellos los que, desarrollando afinidades químicas especiales, dán el primer impulso vital al *embrion*, y desde entónces comienza la evolucion de la raiz y del tallo,—dirigiéndose la primera hácia abajo para internarse en la tierra,—y la segunda hácia lo alto, quedando de este modo en contacto inmediato con la atmósfera.

En este momento entran el tallo y la raiz en el ejercicio de sus funciones respectivas, que son:—absorver de la tierra y de la atmósfera las materias que han de circular dentro de la planta para ser allí modificadas en virtud de acciones químico-fisiológicas particulares, y ser despues asimiladas, formando parte integrante y siempre crescente del vegetal.

Desde la produccion del tallito y de la raicilla, el alimento vegetal es adquirido *solo* en virtud de la accion de esos órganos, á quienes se debe el desarrollo ulterior de la planta, porque á esta época, la fécula que sirvió para hacer crecer la semilla, se ha agotado yá.

Formadas una vez las hojas y la raiz, la planta' absorve ácido carbónico del aire y del suelo. Este último cede tam-

bien sus *sales* y sus *álcalis*, que la raiz se encarga de introducir en el vegetal en cuanto hayan sido disueltos por el agua.

La accion combinada de los álcalis y de la luz sobre el ácido carbónico ingerido, descompone á este: su carbono se asimila, su oxígeno gaseoso es expelido por la planta, y esta aumenta de volúmen.

La *asimilacion del carbono* es la funcion mas importante de las plantas, y, probablemente, es una operacion que no se ejecuta en un solo tiempo: me parece que es un procedimiento gradual, sucesivo, dividido en varios períodos. La razon de esta doctrina es muy simple, á saber, que *el carbono no se fija en estado de carbono*, sino bajo la forma de compuestos carbonados, que, para hacerse permanentes y constitutivos del vegetal, han de sufrir modificaciones prévias, sucesivas, y que conduzcan paso á paso al objeto final del trabajo fisiológico-vegetal.

Estas transiciones graduales que sufre el ácido carbónico para convertirse en tejido vegetal y en los productos inmediatos que este contiene, merecen un estudio detenido y extenso de parte del químico. Es de desear que todos emprendan un estudio de esta naturaleza, que tan hermosos resultados daría. Por mi parte, creo no estar en error explicando las modificaciones del ácido carbónico del modo siguiente:

1.ª *transformacion.*—El ácido carbónico *se desoxida* parcialmente, y se reduce á *ácido oxálico*, segun la ecuacion que sigue:

$$C^2O^4 - O = C^2O^3.$$

carbónico *oxálico*

Esto es, despues de haber absorvido *dos equivalentes* del carbònico, la planta pierde un equivalente de oxígeno, que se desprende en la forma gaseosa, y es justamente el que arroja la vegetacion por la accion de la luz. El ácido oxálico (sesqui-óxido de carbono) que así resulta, ó bien se combina con la potasa ó con la cal, constituyendo los oxalatos de esas bases que se encuentran en ciertas plantas (*Oxalis*),—ó bien sufre mas profundas alteraciones, que sigo exponiendo.

2.ª *transformacion.*—El ácido oxálico se convierte en *ácido málico* por la accion del agua, como se vé por las reacciones siguientes:

$$C^4\,O^6 + 2HO = C^4\,H^2\,O^8$$

oxálico

Si el segundo miembro de esta ecuacion pierde 4 eqs. de oxígeno, se tendrá:

$$C^4 H^2 O^4,$$

cuerpo complejo que, duplicado en sus elementos, da la formula del ácido málico anhidro:

$$C^8 H^4 O^8.$$

De otro modo: 4 eqs. de oxálico *mas* 4 de agua, producen el ácido málico anhidro, si llegan á desprenderse 8 eqs. de oxígeno, así:

$$\underset{oxálico}{C^8 O^{12}} + 4HO - O^8 = \underset{málico}{C^8 H^4 O^8}.$$

Es sabido que el ácido málico hidratado, $C^8 H^6 O^{10}$, es uno de los ácidos mas frecuentes en la vegetacion, y sobre todo en los frutos, con especialidad si están *verdes*. Puede decirse que *todo fruto no maduro* está empapado en ácido málico al cual debe su sabor agrio; pero hay muchísimos que aun en el estado de madurez mas perfecta, conservan su ac. málico, como el tamarindo, la pera, la manzana, etc.

3.ª *transformacion*.—El ácido málico, por la simple adicion de 2 eqs. de oxígeno, quedaría convertido en *ácido tártrico*:

$$\underset{málico}{C^8 H^4 O^8} + O^2 = \underset{tártrico}{C^8 H^4 O^{10}}.$$

El ácido tártrico es tambien muy abundante, y caracteriza algunas plantas: es el que acidifica la uva (*Vitis vinifera*) si está libre, y da el *tártaro* si se une á la potasa.

4.ª *transformacion*.—Si de los elementos del ácido tártrico se separan dos equivalentes de ácido oxálico, resulta inmediatamente uno de *ácido acético*:

$$\underset{tártrico}{C^8 H^4 O^{10}} - C^4 O^6 = \underset{acético}{C^4 H^4 O^4};$$

los elementos del ácido acético así formado, reuniéndose á los del mismo ac. tártrico, constituyen el *ácido cítrico*, tan profuso en todos los *Citrus*, naranja, limon, etc. He aquí la ecuacion que lo manifiesta:

$$\underset{acético}{C^4 H^4 O^4} + \underset{tártrico}{C^8 H^4 O^{10}} = \underset{cítrico}{C^{12} H^8 O^{14}}.$$

2

5.ª *transformacion.*—Hay en la vegetacion, principios inmediatos que no pueden dejar de existir en ella, por cuanto son sus constituyentes *esenciales*, sus únicos componentes; tales serian la fibra vegetal, el almidon ó fécula, el azúcar de caña, la glucosa, el azúcar de uva, las gomas arabina, dextrina, bassorina y cerasina, y otros muchos que nacen directamente de estos. Segun el sistema de transformaciones orgánicas que estoy desarrollando, todos estos principios son engendrados por el ácido carbónico y por el agua, sin necesidad de ningun otro agente químico. La verdad de esta teoría se hace manifiesta hasta la evidencia, por medio de las fórmulas y reacciones siguientes:

Si al ácido málico, que ya supongo formado segun he explicado ántes, se unen 4 eqs. de ácido carbónico y otros tantos de agua, quedará transformado en 1 eq. de almidon:

$$\underset{\textit{málico}}{C^8 H^6 O^{10}} + 4(CO^2) + 4HO = \underset{\textit{almidon}}{C^{12} H^{10} O^{10}} + O^{12}.$$

desprendiendose entónces 12 eqs. de oxígeno químicamente incombinable.

La fécula así obtenida, ($C^{12} H^{10} O^{10}$) puede permanecer en ese estado acumulándose en gran cantidad en cualquiera parte de la planta, pero preferentemente en las raices y frutos, como se vé en la yuca, papa, achira, plátano, camote, etc. La presencia de la fécula en tales plantas las hace preciosas para la alimentacion del hombre y demas animales. El almidon hace valiosísimo al trigo, al arroz, maiz, y demas cereales, de fabuloso consumo. Pero toda la fécula que se engendra en la vegetacion, no está destinada á depositarse en la forma que digo:—una parte inmensamente mayor sufre, al tiempo de formarse, cambios que alteran profundamente su naturaleza. Es bien sabido que los cuerpos simples ó compuestos, y notablemente los llamados "orgánicos", pueden cambiar su agrupamiento molecular bajo ciertas condiciones sin alterar su composicion química, dando así lugar á esos estados alotrópicos ó isoméricos de propiedades tan diferentes y aun opuestas á las del cuerpo primitivo. Este fenómeno se realiza particularmente con el almidon, el que, con solo variar su disposicion atómica, llega á producir las varias especies de *goma*, que son parte integrante del vegetal, y que, cuando están en exeso, son exudadas al travez de la corteza.

6.ª *transformacion*.—Tratándose de la composicion química de los cuerpos, y con mayor razon si estos son orgánicos, la mas leve desviacion, sea en la cantidad, sea en la calidad de sus elementos, arrastra consigo diferencias tan sorprendentes como esenciales, en sus propiedades físicas, químicas y organográficas. Es lo que se verifica en la generacion de la *fibra vegetal*, derivada de la fécula por pérdida de un eq. de agua:

$$\underset{\textit{fécula}}{C^{12}\,H^{10}\,O^{10}} - HO = \underset{\textit{fibra vegetal}}{C^{12}\,H^{9}\,O^{9}},$$

reaccion trascendental hasta la exageracion, puesto que á ella me parece deberse la creacion del armazon fibroso de la planta; y es de este modo que ha de comenzar á formarse el primer y delicadísimo tegido fibroso que vá á constituir la raicilla y el tallito durante el proceso germinativo de la semilla: de aquí la absoluta necesidad de la fécula (*albúmen*) en toda semilla.

7.ª *transformacion*.—Al contrario, si el mismo almidon llegase á ganar 1 eq. de agua en lugar de perderlo, el resultado sería la formacion del *azúcar de caña*:

$$\underset{\textit{fécula}}{C^{12}\,H^{10}\,O^{10}} + HO = \underset{\textit{azúcar de caña}}{C^{12}\,H^{11}\,O^{11}}$$

Así se verifica en la "caña de azúcar" (*Saccharum*) en la beterava (*Beta vulgaris*) etc.

O bien, produciria la *glucosa*, principio azucarado presente en toda vegetacion, por la asimilacion de 2 eqs. de agua:

$$\underset{\textit{fécula}}{C^{12}\,H^{10}\,O^{10}} + 2\,HO = \underset{\textit{glucosa}}{C^{12}\,H^{12}\,O^{12}}$$

O bien, finalmente, la misma fécula generaria el *azúcar de uva* si se combinase con 4 eqs. de agua:

$$\underset{\textit{fécula}}{C^{12}\,H^{10}\,O^{10}} + 4\,HO = \underset{\textit{azúcar de uva}}{C^{12}\,H^{14}\,O^{14}}.$$

Hé aquí señor, cómo del ácido carbónico, y por la sola accion del agua y del oxígeno, hemos obtenido una série de cuerpos inseparables de la vegetacion, cuya relacion es tan estrecha, que cada uno engendra al próximo, y cuya importancia es tanto mayor cuanto que ellos *solos* bastan para generar el vegetal y sus contenidos no-azoados.

Así vienen tambien probándolo los experimentos de Sir Humphry Davy, de Théodore de Saussure, de Liebig y otros, quienes obtenian plantas bién desarrolladas de semillas sembradas en polvos de carbon, arena, azufre, mármol, y de sulfato de barita, humedecidos con agua destilada y en una atmósfera de ácido carbónico.

Estrictamente hablando, no se necesitaba, pues, para sostener la vegetacion, sino de los tres cuerpos mencionados y de las fuerzas que se llaman agentes físicos.—Sin embargo, por mas que sea verdad que tales elementos bastan para asimilar el carbono, el hydrógeno y el oxígeno en sus variadas formas, no puede ocultarse que por sí solos no constituyen la suma de condiciones que la vegetacion exije para su perfecto desenvolvimiento. Con ellos solos, la vegetacion sería absolutamente raquítica, por que no solo la reproduccion sería difícil—y tal vez imposible—sino que la conservacion misma del individuo ofrecería sérios obstáculos en las condiciones normales de los diferentes climas.

Se habrá notado que los cuerpos generados en virtud de la accion mútua de aquellos tres elementos son binarios los unos, y ternarios los demas.—Con respecto á estos últimos, obsérvase que si en su composicion el oxígeno y el hydrógeno estan en la misma proporcion que la que tienen en el agua, el producto es *neutro* (azucar, almidon.........) —y que si el oxígeno predomina sobre esa proporcion, el compuesto es *ácido* (málico, cítrico, tártrico.........) Ademas de estos dos géneros de cuerpos, fórmanse en las plantas muchos otros que han recibido la denominacion de *hidro-carbonados*, por que, en ellos, el elemento predominante es el carbono, en primer lugar, y el hidrógeno despues, ó lo que es igual, el oxígeno está en defecto. Estos cuerpos son las diferentes variedades de aceites vegetales, de grasas, resinas, gomo-resinas, bálsamos y demas, como serian: el alcanfor, la colofana ó pez de pino, la trementina, el aceite de castor, etc. etc.,—compuestos cuyo carácter es el ser combustibles, y con razon, por que sus elementos tienen por el oxígeno una afinidad notable.

Despréndese de esa clasificacion que la Agricultura podria favorecer á voluntad la produccion de cuerpos ácidos, neutros, ó carbonados, segun sus necesidades, por cuanto la formacion de cada uno de ellos depende de la cantidad relativa de oxigeno que asimila el vegetal. Bastaria para

dirigir el cultivo en uno ú otro sentido, tener presente que la accion de la *luz* sobre la vegetacion promueve en ella la asimilacion del carbono y del hidrogeno, y que su carencia, al contrario, tiende á la descarbonizacion y á la acidificacion. (1.)—Uno de los efectos, primeros y de mas consecuencias, de la luz sobre las plantas, es la formacion de la materia verde que las colora (*clorofila*): todo vegetal, ó parte de él, que sufre la influencia de la luz solar se matiza en verde; mientras que si se le priva de este agente, su coloracion pálida ó blanca, revela la poca ó ninguna produccion de clorofila.—Tal sucede en las raices y demas órganos vegetales que se ocultan del dia.—Los *rayos verdes* del espectro solar, accionando químicamente sobre la vegetacion, *favorecen* y *promueven grandemente la absorcion y asimilacion del carbono*: el mismo efecto, pero con menor intensidad, producen los rayos rojos:—Hé aquí explicada la necesidad de que la vegetacion emita los rayos verdes que, reflejados en su superficie, van á incidir y á ejercer su accion química sobre el resto de esos portentosos seres que se llaman plantas.

Es evidente que el oxigeno penetra en la planta en estado de oxigeno *libre*, tomado del aire;—que el hydrógeno es ingerido en su forma acuosa; y que el carbono es absorvido como ácido carbónico. La evidencia de estos principios, confirmada por experimentos directos, ha tenido, sin embargo, sus opositores, notablemente con respecto al carbono. Así, hay quien pretende que este cuerpo penetra en la vegetacion en forma de *humus*, de *acido humico* y de *humato de amoniaco* en solucion, tomados de la tierra vegetal (2.)—Pero no está probado que los terrenos cultivables contengan *humus* en forma alguna soluble en el agua;—la savia, ademas, al entrar en la planta, es siempre incolora, siendo así que todas las soluciones de humus son *pardo-oscuras*. Por otra parte, en las selvas y bosques

(1) El ilustre Profesor Celso Bambaren, M. D., ha descubierto que de los rayos que componen la luz solar, son los "violados" los que favorecen la asimilacion orgánica, y especialmente la de las materias hidrocarbonadas. Parece que este fenómeno se relacionara con la propiedad que tienen los mismos rayos violados de oponerse á la descomposicion de ciertos compuestos químicos, como el ácido prúsico, el nitrato de plata, etc:—son antagonistas del oxígeno.

(2) La espresion "tierra vegetal", unica que podria corresponder á la inglesa "vegetable mould", significa la mezcla de animales y vegetales en descomposicion (ó humus), con los elementos minerales del terreno.

no cultivados, la cantidad de humus existente en el suelo, en lugar de disminuir para dar su carbono á esa vegetacion feraz, mas bien aumenta, pues que de los mismos bosques se extrae anualmente cantidades *enormes* de madera, esto es, de carbono. Me parece mas lógico creer que así como los primeros vegetales del mundo crecieron sin necesidad del humus (pues no existia) y tomaron todo su carbono de la atmósfera, pueda hoy verificarse igual fenomeno, no habiendo cambiado esencialmente las leyes de la Naturaleza.

II.

Todos los hechos hasta aquí expuestos no son los únicos que se realizan en el organismo vegetal, así como tampoco son al agua, el ácido carbónico y el oxígeno las únicas sustáncias que la planta absorve. La investigacion química acusa, en efecto, en la semilla, otro elemento cuyo papel es tan importante—ó mas—que el del oxígeno y del carbono: este elemento es el "*Azoe*" ó *Nitrógeno.*

En época no muy remota, no se pensaba siquiera en el nitrógeno como elemento vegetal; pero su presencia constante en el tegido de los Musgos, de las Cruciferas, en el glúten, en la albúmina, en los álcalis vegetales—y, en general—en *todo* el organismo de la planta, parece una prueba bastante convincente de que, de uno ú otro modo, contribuye esencialmente á la formacion del tegido vegetal;—y, así como este ingiere el ácido carbónico y el agua por médio de sus hojas y raices, así tambien el ázoe tiene cabida por las mismas vías, sea en estado libre, ó bien, combinado con el hydrógeno, bajo la forma de *amoniaco.*

Si estimamos el nitrógeno por su peso proporcional, viene á constituir solo una parte mínima de la vegetacion; pero nunca deja de existir en ella: aun cuando falte de un modo absoluto en algun órgano, ó en parte de él, siempre se le encontrará en los líquidos que lo bañan.

Se concibe, desde luego, que existiendo en la atmósfera una suma tan gigantezca de ázoe, la fuente natural de este gaz ha de ser aquella: tal es el hecho.—Pero la *forma* en que es absorvido, no ha de ser otra que el *amoniaco.*

Esta idea está confirmada por la masa enorme que del último gaz afluye constante y espontáneamente á la at-

mósfera: prescindiendo de su generacion durante la oxidacion del hierro, y de su formacion por el ejercicio de la electricidad sobre el aire húmedo, es sabido que se genera en el proceso de descomposicion de todo ser organizado.

No ha dejado de argüirse que las plantas toman su nitrógeno absorviéndolo del aire en estado libre, *i. e.*, como ázoe, ó provocando su combinacion con el hydrógeno, ó descomponiendo el ácido nitrico formado en la atmósfera por la combinacion directa de sus elementos.—Pero no hay evidencia de que las plantas pueden absorver directamente el ázoe, siendo, como es, apénas soluble en el agua (0.025 de su volúmen.)—Mas racional es suponer que su forma amoniacal es preferida por los vegetales, porque el agua disuelve 375 veces su volúmen de gaz amoniaco, es decir, 15,000 veces mas que de ázoe puro.—Tampoco se puede creer que la vegetacion *determine* la union de los elementos del amoniaco;—no hay evidencia de tal fenómeno, y tambien seria inútil, porque aquel gaz existe formado, y se forma siempre, independientemente de toda influencia vegetal.

Por lo que hace al ácido nitrico, aunque se produce durante las tempestades, no es en cantidad suficiente para poder admitir que la naturaleza lo ha destinado á nitrificar las plantas. La proporcion de ácido nítrico formado en la atmósfera es tan pequeña, que puede considerarse formado solo en gracia de algun exceso de amoniaco. Si esto fuese cierto, como es muy probable, todo el ázoe vegetal vendria á nacer del amoniaco, aún tomando en cuenta la supuesta accion del ácido nitrico. Se admite, en efecto, que en la nitrificacion, todo aquel ácido es engendrado por la oxidacion del azoturo de hidrógeno:

$$NH^3+8O=NO^5+3HO.$$

Pero aun cuando fuera químicamente posible que el ácido nitrico cediese su ázoe á la planta, no se ha exhibido todavía prueba ninguna á este respecto. La accion de los nitratos de potasa y de soda nada prueba, porque el beneficio obtenido por dichas sales puede ser debido á sus álcalis solamente, independientemente del ácido: así lo prueba el hecho de que esas sales no parecen funcionar mejor que otras de las mismas bases.

Tambien sucede que muchas plantas como el tabaco, la flor del sol, etc., contienen mucho nitrato de potasa: se

podria decir con mas propiedad que *forman* ácido nitrico, que admitir la descomposicion de ese ácido por la accion de los vegetales.

Pero de un modo ò de otro, sea cuál fuere la forma en que el ázoe sea ingerido, el resultado final es que se encuentra en combinacion con los otros tres elementos de que ya hice mencion, para formar compuestos de la mayor importancia. Los principales de estos son las materias llamadas *protéicas* ó azoadas, porque se las supone—segun la teoria de Mulder—formadas por la union del azufre y del fosforo con un principio especial que él llamo *proteina*.

Exista ó nó la proteina como un cuerpo independiente, y admitiendo que no fuese un producto del laboratorio—en todo caso—es difícil darse cuenta de su genealogia química dentro del vegetal.—Segun Liebig su composicion es:

$$C^{48}\ H^{36}\ O^{14}\ Az$$

y segun su descubridor está formada de:

$$C^{40}\ H^{31}\ O^{12}\ Az^{5};$$

habiendo quien le asigne esta fórmula:

$$C^{36}\ H^{25}\ O^{10}\ Az^{4}.$$

Ante semejante discrepancia en materias sugetas invariablemente á la ley matemática, es forzoso reconocer que la proteina no tiene existencia propia: es un cuerpo nominal, imaginario, que se considera como la base de ciertas combinaciones sulfuradas ó fosforadas, indispensables á la organizacion vegetal, tanto como á la animal:—del mismo modo que se ha admitido un metal de existencia imposible llamado *amonio*, considerado por algunos como ràdical del amoniaco.

Es este radical, proteina, el que forma las tres mas importantes materias elaboradas por el reino vegetal, á saber, la *albúmina*, la *fibrina* y la *caseina*.—Teóricamente, la albúmina está formada de diez moléculas de proteina, de dos de azufre y de una de fósforo;—la fibrina contiene una molécula de azufre y una de fosforo por igual dosis de radical;—y la caseina estaria constituida por una molécula de azufre y diez de proteina: tal es la opinion de Mulder.

El azufre y el fosforo, que figuran como elementos esen-

ciales de estos compuestos son tomados del terreno en su forma salina de sulfatos y fosfatos, segun ya verémos.

Independientemente una de otra, la albúmina, la fibrina y la caseina, tienen cada una su valor propio, en el sentido de que son el elemento principal de la alimentacion animal;—aparte de que, reunidas las tres en un solo todo, constituyen el *glúten*, ó parte nutritiva de la vegetacion en general, y particularmente de los *cereales* trigo, arroz, maiz, cebada, etc.—De aquí la importancia de favorecer la absorcion azòica ó amoniacal en la agricultura: de aquí el uso de sustancias animales para abonar las plantaciones.

Otro importante grupo de cuerpos engendrados por el ázoe es el de los *alcaloides*, ó bases alcalinas orgánicas, compuestos cuaternarios que no podrian existir sin el nitrógeno. La Terapéutica ha hecho de ellos aplicaciones preciosas, constituyendo medicamentos heròicos cuando empleados oportuna é inteligentemente,—ò bien activísimos venenos en contrarias condiciones.—La química reconoce diez y ocho alcaloides bien caracterizados, de los que diez y seis son oxigenados y dos hidro-azoados; sin perjuicio de haber fabricado otros veinte y siete que ella llama "artificiales", y cuyas probabilidades de *existencia verdadera* tienen mucho de ilusorio.

Fijas como las plantas están en el terreno, privadas de toda voluntad, é incapaces de evitar el contacto de lo que pudiera dañarlas, era necesario que su alimento viniera á buscarlas y á ponerse en relacion directa con sus raices. Cuando tal inmediacion no existe, la planta ha de perecer, á ménos que el hombre se sustituya á la Naturaleza, ya colocando el vegetal en terreno apropiado, ya dando á este los materiales inorgánicos de que carece. Esto se refiere principalmente á las sustancias salinas que, sin excepcion, todo vegetal ha menester para llegar á su completo desarrollo.

Aunque se haya admitido en las plantas un cierto grado de poder absorvente *electivo*, una especie de "afinidad" por ciertos cuerpos,—lo incuestionable es que ingieren indistintamente todas las sustancias que estén en condiciones favorables á la absorcion capilar: por tal motivo se encuentra en la planta una variedad de sales que contrasta con la doctrina de la electividad radicular.—La consecuencia *a priori* del indiferentismo de la raiz es, pues, que todas las materias ingeridas no son igualmente necesarias para

el desenvolvimiento de la planta:—consiguientemente, no son retenidas sino aquellas que pueden asimilarse, siendo las demás eliminadas en forma de *excreciones.*

Referentemente á las sales, álcalis y demás sólidos suministrados por la tierra, es importante tener en cuenta que muchas de esas materias pasan á ser parte constitutiva del vegetal mismo; y que otras sirven solo de agentes químicos modificadores, cuya accion, pasagera, casi se limita á *transformar* ciertos cuerpos en otros que han de quedar definitivamente fijos en el tegido. Inmenso número de casos confirman esta teoría. Los vegetales herbáceos que se emplea como pasto—y entre otros, todas las *gramíneas*—necesitan un terreno que contenga sílice, cuerpo insoluble, pero que llega á disolverse por la accion de los álcalis y por la irrigacion constante de las praderas. Las *equicetáceas*, como las *cañas* de varias especies, que encierran cantidadades considerables de sílice, se desarrollan y multiplican admirablemente en los terrenos arcillosos, en los pantanos, en los fosos, arroyos, acéquias, y en cualquier lugar en que el cambio de agua renueve sin cesar la sílice disuelta en ella.

El ácido silícico parece ser la primera sustancia sólida que contribuye á la formacion vegetal, funcionando del mismo modo que un grano de arena al rededor del cual se forman cristales en una solucion salina:—es, creo, el punto de partida del tegido vegetal, y hasta podria hacer las veces del tegido mismo, como acontece en muchas *equisetáceas*, ya citadas, y en diferentes *bamboos*, del propio modo que el oxalato de cal en muchos *líquenes.*—Algo de esencial, pero todavía desconocido, debe proporcionar la sílice á ciertos géneros vegetales, á juzgar por la cantidad notable en que la asimilan. Es sabido que la hoz que corta los tallos de las *gramíneas* se pone roma en poco tiempo, llegando, dicen, á producir chispas por el choque. Los *bamboos* dejan depositar entre sus articulaciones glóbulos esféricos de ácido silícico, llamados *Tabasheer*, que presentan propiedades ópticas muy curiosas.

Seria difícil madurar una planta del género *Oxalis*, (que contiene oxalato de potasa) ó del género *Vitis* (bi-tartrato de la misma base) sin la existencia de la potasa en la tierra; y este álcali que tan necesario es para las plantas dichas, ejerce una influencia muy marcada sobre toda la vegetacion, casi,—como se desprende de la accion de los

abonos que contienen potasa, y del análisis de la ceniza vegetal.

La necesidad de la potasa ó de la soda para la vegetacion explica por qué un terreno, para ser fértil, ha de tener *alúmina*: este óxido tiene una accion indirecta sobre las plantas, que consiste en estar siempre asociado á una ú otra de aquellas bases,—presentando, además, la propiedad de retener el agua y el amoniaco, esenciales segun lo expuesto ántes. Sin embargo, es raro encontrar alúmina en las cenizas vegetales, lo que manifiesta que es inmediatamente eliminada despues de desempeñar su oficio. Es seguro que las pocas veces que se ha señalado la alúmina como componente de la ceniza, se le ha confundido con el fosfato de magnesia.

La potasa, asi como la sílice y la alúmina, existe en todas las arcillas. Basta tratar los terrenos de transicion y las estratas de ciertas montañas con el ácido sulfúrico, para obtener un *alumbre* (sulfato de alúmina y potasa) de buena calidad. La cantidad de potasa que existe en los terrenos cultivables és enorme; pero cuando se explota vegetales como el trigo, el tabaco, &a., que la asimilan de preferencia, llega á faltar, y la primera capa de tierra queda, desde luego, estéril. Por otra parte, las exijencias de las artes, de la industria y de la Medicina, contribuyen en alta escala á agotar las tierras, privándolas de aquel álcali; y sobre todo, la fabricacion de la pólvora, como que, no existiendo depósito mineral alguno que lo produzca libremente es fuerza extraerlo del reino vejetal, quemando, como se hace en los Estados Unidos, plantaciones enteras, y selvas y bosques.—En tales casos conviene rehabilitar el terreno, sea removiéndolo por medio de arados repetidos, sea quemando alguna cosecha, sea abonando el suelo con tierras arcillosas.

No así de la soda.—Su presencia en las plantas no es necesaria, si eceptuamos las *Algas*, los *Fucus* y demas marinas, y una que otra terrestre, como la *Salsola Kali* y la *Quillaja Smegmadermos.*

Un hecho importante y que llegará indudablemente á dar resultados grandiosos cuando sea bien estudiado, es, que en ciertas circunstancias y bajo determinadas condiciones, *la potasa puede ser sustituida por la soda*, sin que esta sustitucion altere en lo menor el crecimiento de la planta, ni retarde su desarrollo. La Agricultura ha hecho

observaciones á este respecto sobre la Viña, y la ha cultivado en terrenos que carecian de potasa y que eran esenciales sôdicos.—Ya puede entreverse que igual sustitucion podria verificarse con otros vejetales, y es de desear que se haga estudios prácticos sobre la materia.—Y quién sabe si tambien la *cal* y la *magnesia*, en su calidad de álcalis, puedan reemplazar á la soda y á la potasa. Tal presuncion no carece de alguna racionalidad, por cuanto el objeto ostensible de las dos últimas bases en la vegetacion no es otro que *la saturacion de los ácidos*, que puede igualmente llevarse á cabo por medio de las dos primeras.

La sustitucion seria posible, por lo menos, bajo el punto de vista de la absorcion amoniacal. La alúmina (sesquiòxido de aluminio) tiene la propiedad de retener el amoniaco, lo mismo que el yeso; (sulfato de cal) y ha de ser esta una de las razones de la invariable presencia de minerales aluminosos en las tierras fértiles: y digo *una de las razones*, por que otra importantísima es que en tales minerales la potasa (ó la soda) es un constituyente inseparable. Probó Bouis, que el olor especial que se produce cuando se humedecen las tierras aluminosas, es debido al amoniaco. El yeso, ciertamente y muchos productos aluminosos, como la "tierra de pipa," dejan desprender tanto amoniaco cuando se les trata por la potasa, que no solo se percibe sus vapores por el olfato, sino que tambien coloran en azul la tintura de Tornasol.

Considerada así la propiedad sustitutiva de los componentes terrestres, un estudio prolijo de la localidad podria subsanar fácilmente la falta de uno de ellos. El polvo mismo de carbon sería á este respecto de gran utilidad, por poseér una accion absorvente notable sobre el amoniaco: el carbon absorve 90 veces su volúmen del gas azoado, que se separa del primero por el simple contacto del agua. El tejido vegetal en descomposicion, ò humus, se acerca mucho al carbon por esta facultad.

Todas las probabilidades están á favor, si no de la necesidad, al ménos de las ventajas que la presencia de ciertos otros óxidos metálicos prestan á la vegetacion. Estas ventajas no son tanto debidas á la accion directa del óxido, cuanto á las propiedades de éste, que, por reflexion (si puedo decir así) vienen á recaer en beneficio del vegetal.

El *sesqui-óxido de hierro*, por ejemplo, existe en los vegetales, y, sea que su presencia en ellos se repute esencial,

ó nó, el hecho cierto es que dicho óxido absorve y y retiene el gas amoniacal. En este sentido desempeña una funcion semejante á la alúmina;—y, realmente, ámbos ôxidos (de aluminio y de hierro) se distinguen de los demas óxidos metálicos por su propiedad de formar compuestos sólidos con el amoniaco. Los precipitados que se obtiene por la adicion del último á las sales de hierro y de alúmina, son sales bien definidas en las que el amoniaco figura como base.—Por deduccion, todo mineral ferruginoso debe condensar tambien el amoniaco. En el curso de los procedimientos dirijidos a descubrir un caso de envenenamiento, Vauquelin encontró que todo hierro oxidado contiene amoniaco. Chevalier ha observado igualmente este gas en los minerales ferruginosos: aun la *hematites*, (óxido de hierro) que es un mineral no poroso, lo contiene en la proporcion de 1 por 100.

Los cuerpos pulverulentos insolubles, como el óxido férrico, el de manganeso, la arcilla tostada, ayudan á la Naturaleza con su misma insolubilidad, á causa de la porosidad que imprimen al terreno y la consiguiente permeabilidad para el agua y para el aire.

Las cenizas denuncian la presencia, en las plantas, del *ácido fosfórico;* ha sido encontrado en todos los análisis practicados hasta el dia, y síempre en combinacion con los álcalis. Pero lo general es que se reconozca su presencia como *fosfato de magnesia* en los granos y plantas que se usa como alimento. Todos los terrenos cultivables contienen el fosfórico, de igual modo que las aguas minerales, sin exepcion.—Aun las estratas mas superficiales de *Galena* (sulfuro de plomo) contienen cristales de fosfato de la misma base (*green lead ore.*) Ciertas especies de *pizarra* arcillosa se hallan cubiertas de fosfato de Alúmina (*Wavelita.*) Las localidades volcánicas, y en general todos los terrenos plutònicos, ofrecen tambien concreciones de *Apatita*, (fosfato de cal.)

Las plantas extraen otras muchas variadas materias mas ó ménos eficaces para la marcha regular del procedimiento vegetativo. Entre ellas citaré los *sulfatos y nitratos de potasa, de soda y de cal; los cloruros de sodio y de potasio; el óxido de cobre y el fluoruro de calcio.*

No sin fundamento podria arriesgarse la nocion de que en las distintas eras de la evolucion universal, los movimientos de composicion y de descomposicion tanto animal

como vegetal,—ó lo que es igual, *la direccion* y acaso *la intensidad* de las afinidades,—han variado, por lo ménos dentro de ciertos límites. Así podria interpretarse de la presencia del fluoruro de calcio en los huesos de los animales antediluvianos, cuyo carácter los distingue de los de otras épocas. Los animales de esos tiempos cuyos huesos ó dientes han sido analizados son los que siguen: *Elephas Primigenius*, *Mastodon Giganteum*, *Platax Altissimus*, *Mylodon Robustus*, *Felis Smilodon*, y los conocidos *Dinotherium*, *Palæotherium*, *Megatherium* y el *Hyotherium*. Solamente los cráneos humanos encontrados en Pompeya contienen tanto ácido fluorhídrico como los del mundo anterior (Liebig,)—miéntras que los animales de hoy apenas ofrecen trazas de él. Es evidente que la vegetacion de entónces, que sirvió para formar los animales sus contemporáneos, asimilaba los fluoruros; lo cual no se verifica en el dia.

III.

De la teoría que hé desarrollado hasta aquí, deduzco los principios siguientes, aplicables en toda su extencion á la Agricultura:

1.° La presencia de la materia vegetal en descomposicion, ò sea *humus*, en el suelo, promueve y favorece la vegetacion á causa del ácido carbónico que desprende. Pero la proporcion del humus no ha de exceder de ciertos límites, pues, de otro modo, el exeso de aquel gas, impediría la vitalidad de la planta.

2.° El ácido carbònico favorece la vegetacion mientras, y solo en el tanto de que, el terreno produzca álcalis.

3.° Las sustáncias nitro-sulfuradas son de la mayor importancia, porque su descomposicion proporciona una cantidad de amoniaco esencial para los vegetales.

4.° Siendo un hecho que los principios azoados (fibrina, albúmina y caseina) contienen cierta cantidad de fósforo y de azufre, es decir, de fosfatos y sulfatos, es evidente que las semillas y demas partes vegetales que contienen tales principios, no pueden desarrollarse sino con la condicion de la presencia prévia de los sulfatos y fosfatos alcalinos ó terrosos.

5.° Si el suelo es rico en álcalis, en fosfatos y en sulfatos, y si ademas contiene silicatos solubles, que tan necesarios

son para los cereales y otras plantas, el terreno es apropósito para el cultivo de vegetales alimenticios. En tal caso, todo el amoniaco y el carbónico que han contribuido á formar la cosecha, han sido tomados de la atmósfera: con semejantes condiciones, las materias orgánicas en descomposicion, y todo abono que produzca amoniaco, no sirven sino para *acortar el tiempo*, para acelerar el desarrollo del vegetal. Este principio encuentra diaria aplicacion en los climas frios, en que el invierno retarda considerablemente el desarrollo orgánico.

6.° Las cenizas de la madera, de las pajas, hojas, &ª., constituyen el mejor abono posible, pues se componen solo de materias extraidas del terreno, y útiles todas para la vegetacion.—En todo caso, la ceniza de un vegetal es la sustancia mas adecuada para fertilizar un terreno en que quiera cultivarse el mismo vegetal. Por esto conviene quemar de tiempo en tiempo una cosecha ó parte de ella, ántes de hacer un nuevo sembrío.

7.° Pero como la ceniza de las plantas está representada por los excrementos de los animales que de ellas se alimentan, es consiguiente que en lugar de quemar una sementera, se podría con ventaja dedicarla á la alimentacion permanente de animales, por cuyo medio se obtendria el fruto de la cosecha y la ventaja del excremento.

8.° Si despues de haber abonado un terreno con huesos calcinados ó con guano, se llegase á obtener una cosecha abundante, debemos abstenernos de emplear igual abono para la cosecha venidera: hemos de tener presente que la presencia en el suelo de una mayor cantidad de fosfatos, ha hecho que la planta los absorva tambien en mayor proporcion; y por consiguiente que haya asimilado al mismo tiempo una porcion mas ò ménos considerable de álcalis, de silicatos y demas principios minerales, los que pueden haber sido agotados por la cosecha primera.—En lugar, pues, de repetir el uso del mismo abono, debemos emplear para fertilizar la tierra, aquellos componentes que suponemos agotados.

9.° Para conservar hasta donde sea posible la fertilidad de un terreno, ha de aplicarse esta regla, que creo única, á saber: que ha de devolverse al terreno en forma de abono, exactamente lo que ha perdido en la cosecha inmediata anterior. Si el terreno fué fértil en su origen, el procedimiento que hé indicado no afectará en nada su fertilidad

primitiva; y si no lo fué, es seguro que con ese sistema, el tiempo, la humedad y el calórico, le darán esta propiedad.

10.° Con este objeto, ha de conservarse con el mayor cuidado toda porcion sólida ó líquida, por mínima que sea, de materia fertilizante, especialmente humana: sus elementos minerales son valiosísimos, y como todos ellos han nacido de la tierra, conviene restaurar á esta con tan barato y adecuado abono.

Esta práctica ha sido siempre sistemáticamente llevada á cabo en la China y en los Paises Bajos; mientras que en otros lugares de Europa, en que los terrenos á fuerza de ser viejos han llegado á ser impotentes, se deja perder la orina y los escrementos de un modo lamentable,—á lo que tiéne necesariamente que seguir el deterioro, lento, pero cierto, de las tierras y plantaciones;—deterioro que se trata hoy de reparar por medio del uso precario y costoso del *guano*. Pero el guano está casi tocando á su término, y si no se dá aplicacion universal á las materias que tan pródigamente se deja perder, muy pronto se verán los paises populosos envueltos en la miseria mas desastrosa.—Es conocido cuanto sufre la clase menesterosa en Europa por la carestía del alimento; y estos son caros por cuanto escasean á causa de la crecente estirilidad de sus tierras.

Y sin embargo, el remedio es tan fácil!!

11°. Si un terreno *no es* generalmente fértil, es que carece de alguno ó de algunos de los elementos ya mencionados; y si produce buenas cosechas de un vegetal, y no de otro, ha de abonársele con los minerales que caracterizan este último.

12°. Cuando se desea cultivar un vegetal determinado, conviene asegurarse de si el terreno tiene ó nó los minerales solubles que tal vegetal necesita ingerir.—El sistema mas adecuado para obtener este conocimiento, sería analizar las cenizas del mismo vegetal crecido y bien desarrollado en otro lugar, para poder abonar el terreno con aquellas materias que, acusadas en la ceniza, faltasen en el terreno que se vá á explotar, cuya composicion se supone tambien conocida.

Las Ciencias, consideradas como simples conocimientos, serian para el hombre un cúmulo estéril de erudicion si no se les aplica inmediatamente á aquellos hechos prácticos, que representan su vida misma, su bienestar, su seguridad futura. Bajo este aspecto las Ciencias Naturales ocupan un puesto prominente, porque son ellas las llamadas á proveernos de lo único esencial para nuestra conservacion própia: la alimentacion.

Para aplicar á la Agricultura las ideas que dejo expuestas, se requiere una investigacion analítica prévia de los terrenos que se pretende cultivar. Este conocimiento, una vez adquirido, nos pone en aptitud de remediar las faltas observadas en la constitucion de aquellos.

Pero aunque la adicion parcial de tales ó cuales materias minerales podria hasta cierto punto reparar las que la Química indicase en las tierras, es incuestionable que si se llega á *evitar* que tales defectos ocurran en los terrenos cultivables, se habrá realizado el ideal de la Agricultura.

Los medios de obtener este resultado no son tan impracticables como se creería á primera vista. Toda la cuestion estaria reducida á aumentar ó á *conservar la tierra vegetal*: este es el gran problema de la Agricultura universal: el porvenir de la humanidad depende de él esclusivamente; y sin embargo, la práctica de los agricultores tiende á aniquilar, en lugar de aumentar ó siquiera conservar, la tierra vegetal. El sistema agrícola actual está consumiendo este elemento indispensable de vegetacion, y se diria que el hombre parece no darse cuenta de lo que pasa.

En toda la parte oriental de los Estados Unidos desde el Estado de Maine hasta la Florida,—en Alemania al Oeste del Vístula,—y en muchas partes de España y Francia, la tierra vegetal es estremadamente escasa, y nadie se ocupa de impedir que tal esterilidad siga progresando.—La pérdida ha sido tan grande que tal vez es ya irremediable por los esfuerzos humanos, y quizá solo la accion reparatriz de la Naturaleza pueda regenerar la fecundidad gastada,—ya cubriendo el terreno de vegetales que, en el curso de años y siglos, acumulen en él la cantidad necesaria de humus;—ó bien, si la localidad no fuera suficientemente húmeda, por medio de esos grandes trastornos geológicos que sumergen territorios enteros en el Oceano, cuya humedad y vegetacion preparan admirablemente el

terreno para cuando otro cataclismo llegue á ponerlo en seco de nuevo.

Hemos vivido demasiado rápidamente durante los tres ó cuatro mil ultimos años. Hemos quemado los bosques y apurado la fertilidad natural de la tierra; en nuestro empeño por desaguar los campos y las ciudades no hemos conseguido sino descargar en los mares millones de materiales que dan la vida y que vigorizan y sostienen la vegetacion.

Hace cerca de sesenta años, nuestros pescadores de ballenas, anunciaban que los cetáceos iban desapareciendo; y justamente cuando la oscuridad nos amenazaba por falta de *aceite*, el *gas* vino á dar reposo á esos gigantes marinos, pero, en cambio,hemos de andar á una ó dos millas bajo tierra para buscar el deseado *carbon*. Casi al mismo tiempo se encontró en America depósitos subterráneos de *petroleo*: pero es tal la rápidez con que se consumen estos productos, que, asi como las ballenas, pronto tendrán su fin estas masas al parecer inacabables de hulla y de nafta. Lo mismo sucederá con el *guano* y con la *tierra vegetal*.

Sin pretencion dógmática alguna,se me permitiria preguntar si no seria ya tiempo de pensar, no en reformar ni reconquistar lo perdido; sino simplemente en impedir que continuase perdiéndose la fuerza produc tiva de la tierra y los materiales que están llamados á regenerarla?...

De aquí á mil años (y quien sabe si ántes) lamentaran los hombres el egoismo y falta de prevision de sus antepasados, que disiparon su patrimonio natural, y aniquilaron lo que ni aun á ellos mismos servia. Los antiguos habitantes del Norte quemaban un olmo entero para hacer fuego en las noches de invierno; mataban un ave y pezcaban un pez para hacer una comida. Ya no nos contentamos si nó sacrificamos los habitantes todos de un bosque: nuestra satisfaccion está cifrada en la muerte del mayor número de animales: los predecesores nuestros eran mas económicos seguramente.

La famosa civilizacion actual crea cada dia mayor número de necesidades, y, con ellas, mayor número de elementos de destruccion. En tiempos mas felices se pedia á la tierra lo que ella buenamente podia dar: hoy se la obliga artificialmente á producir mas de lo que debe, y

como digo, se agota su energia consumiendo y no reponiendo el principio fertilizante por exelencia.

Liebig, buen químico como era y profundo en sus investigaciones, al indicarnos el peligro, ha hecho un mal in menso á la Agricultura dando demasiada importancia á la materia inorgánica y señalandola como sustituto del humus. El verdadero centro de alimentacion, la verdadera riqueza del mundo, es su parte òrgánica, aquella preciosa aglomeracion de todas las épocas, que hoy quemamos y volatilizamos, y arrojamos á los rios y á los mares y enterramos en los cementerios, y que destruimos por todos los medios posibles.

Ya, en todas las grandes naciones del continente Europeo, asi como en los Estados Unidos, esta espantosa exhaucion de la tierra vegetal ha ido muy lejos. Hay regiones en el Norte de Africa y en el interior de Asia, ántes populosas y fértiles, inhabitables hoy. Los restos vegetales y animales que los siglos habian congregado en la superficie, han sido convertidos en pocos años, en vanidad y orgullo y en frívolas superficialidades.

La Agricultura de hoy no tiene mas empeño que obtener producciones abundantes é inmediatas, sin tener en cuenta el deterioro de las tierras. Liebig que nada tenia de agricultor, parece no dar la debida importancia á la tierra vegetal, y se goza con lo que él llama *inorgánicos* (como si el constituyente de un organismo pudiera ser mas ó ménos orgánico que el otro), solo por que existe en lás plantas una parte de minerales, yendo en su exageracion hasta casi no reconocer como necesarios los demas elementos; cuando el hecho es que el ácido carbónico exhalado por la tierra vegetal, viene á ser el elemento que permite al agua disolver los cuerpos minerales y arrastrarlos al interior de la planta.

Tambien parece Liebig en error al suponer que la alternacion de las cosechas gasta mas el terreno que la continuacion del mismo sembrío. Queda mucho todavia por descubrir con respecto á los efectos del cultivo alternado y del mixto. Pero no puede ponerse en duda que la formacion de la semilla es el procedimiento que, sobre todos, agota las tierras. Y recíprocamente, una causa de fertilizacion sería el no permitir que los vegetales—los pastos, por ejemplo —lleguen al periodo de floracion; como que la semilla es la parte que consume mas proporcion de fosfatos y de ál-

calis. Las lecciones del quimico de Giessen han producido malos resultados para la Agricultura, por la demasiada confianza que han inspirado, y la fé esclusivista que han hecho poner en los *abonos artificiales.*

ENRIQUE ELMORE.

Lima, Febrero 20 de 1872.

Lima, Abril 29 *de* 1872.

"Por disposicion de la Junta: téngase presente este trabajo é imprímase en los *Anales Universitarios.*"

JUAN ANTONIO RIBEYRO.
Rector de la Universidad.